ESTUDIO GEOLÓGICO

DEL

CERRO DE CACHEUTA

Y SUS CONTORNOS

(REPÚBLICA ARGENTINA. — PROVINCIA MENDOZA)

POR EL

Dr RODOLFO ZUBER

SEGUNDA EDICION, CON UN MAPA GEOLÓGICO Y TRES PERFILES

Artículo publicado en el BOLETIN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE CÓRDOBA, *tomo X, páginas 448 y siguientes*

BUENOS AIRES

IMPRENTA DE P. E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS

680 — CALLE PERÚ — 680

1890

ESTUDIO GEOLÓGICO

DEL

CERRO DE CACHEUTA

Y SUS CONTORNOS

(REPÚBLICA ARGENTINA. — PROVINCIA MENDOZA)

POR EL

Dr RODOLFO ZUBER

SEGUNDA EDICION, CON UN MAPA GEOLÓGICO Y TRES PÉRFILES

Articulo publicado en el BOLETIN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE CÓRDOBA, *tomo X, páginas 448 y siguientes*

BUENOS AIRES

IMPRENTA DE P. E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS

680 — CALLE PERÚ — 680

—

1890

ESTUDIO GEOLÓGICO

DEL

CERRO DE CACHEUTA

Y SUS CONTORNOS

(REPUBLICA ARGENTINA — PROVINCIA MENDOZA)

POR

RODOLFO ZUBER

Segunda edicion, con un mapa geológico y tres perfiles

PROLOGO

La primera edicion de este estudio se ha publicado en *El Ingeniero Civil* de Buenos Aires, año 1888, números 13 y 14.

Esa edicion se ha efectuado sin que se haya presentado antes á la correccion del autor, deslizándose por esta causa una cantidad de errores, que han alterado sensiblemente, en muchas partes, el sentido del texto primitivo.

Además he recibido ya, despues de aquella publicacion, el estudio de los fósiles de Cacheuta determinados por mi colega y amigo el Dr. SZAJNOCHA, catedrático en Cracovia (Aus-

tria), lo que junto con algunas observaciones posteriores me ha conducido á modificar en ciertos puntos las opiniones expresadas en mi primera edicion.

Con estos motivos me resolví a revisar el estudio en cuestion y presentar á la Academia de Ciencias de Córdoba una segunda edicion corregida y aumentada con nuevas observaciones.

I. — INTRODUCCION Y TOPOGRAFÍA

El paraje, cuya descripcion contienen las siguientes páginas, está cruzado por el paralelo 33° sud y el grado 69 de longitud oeste de Greenwich.

El cerro de Cacheuta ha llamado la atencion de los geólogos y mineralogistas por primera vez, algun tiempo despues del año 1860, cuando se descubrieron allí vetas metalíferas que contenían minerales de plomo, plata y selenio. Algunos chilenos habían empezado la explotacion de estos minerales, pero la abandonaron pronto. En el año 1873 se hizo otra tentativa de explotacion, sin mejor éxito que las anteriores.

En los escritos relativos al ramo se encuentran varias noticias de aquel tiempo sobre los minerales en cuestion, y son personas distinguidas y aún célebres las que se ocupaban del asunto, como ser: DOMEYKO, PISANI, DES CLOIZEAUX, DAMOUR y BERTRAND.

Más importancia que estos metales, parece presentaran grandes depósitos de asfalto y manantiales de petróleo que se hallan al costado sud de dicho cerro y que fueron visitados y descritos por el Dr. A. STELZNER, entónces catedrático de la Universidad de Córdoba.

Algunos años más tarde se estableció en Mendoza una

empresa que explotaba y fundía el asfalto (llamado aquí alquitran) de Cacheuta, usándolo en las veredas y patios de las poblaciones vecinas. Otro empresario mendocino ejecutó una perforacion para la explotacion de petróleo que no podía dar buen resultado, pues estaba dirijida sin la menor experiencia en los correspondientes trabajos.

En el año 1886 se ha formado la « Compañía Mendocina de Petróleo » con capitales cuantiosos, que empezó la explotacion y obtuvo en poco tiempo resultados importantísimos, no solamente para la Provincia de Mendoza, sinó tambien para la República entera. Encargado por esta compañía para hacer el estudio geológico, base de la explotacion de estos terrenos petrolíferos, empecé dicho trabajo en el mes de Julio de 1886 y he obtenido hasta ahora resultados interesantes, tanto para la industria minera como para la ciencia en general.

Careciendo de base topográfica, tuve que ejecutar un relevamiento del terreno, que me ha servido para la construccion del mapa geológico que adjunto á este estudio. He empleado para la triangulacion una sencilla brújula prismática con dioptros, bastante exacta para mi propósito; las alturas sobre el nivel del mar las he medido y calculado por medio de un barómetro aneróide, sistema Goldschmidt [1], construido en el taller de Th. Usteri-Reinacher (nº 1471), en Zurich, verificándolas con un hipsotermómetro de la casa Kapeller de Viena; los demás detalles los he dibujado á simple vista.

El cerro de Cacheuta es una cadena montañosa, muy áspera y elevada, cuya cumbre poco encorvada se extiende 6 kiló–

[1] Este sistema introducido en los relevamientos de la Suiza, difiere completamente de los usuales y los aventaja considerablemente en cuanto á exactitud y estabilidad de las correcciones. El precio de un modelo pequeño es de 100 francos. Lo recomiendo á todos aquellos que se ocupan de trabajos semejantes.

metros del noroeste [1] al sudeste formando la banda derecha del rio Mendoza. La altura media de la cumbre es de 2000 metros, siendo la de los dos picos más elevados 2344 (el «Mogote Colorado») y 2095, y la del punto más bajo (el «Portezuelo Hondo») 1892 metros sobre el nivel del mar. Las pendientes del norte y noreste (hácia el rio) son muy fuertes, en muchas partes inaccesibles, cortadas por numerosas quebradas vertiginosas y que forman en la orilla del rio, barrancas y peñascos verdaderamente pintorescos. Por el lado sud y sudoeste las pendientes son ménos rápidas y se transforman finalmente en una cantidad de cerritos y lomadas, hasta llegar á un bajo extenso, cortado por un sistema de rios secos que conducen agua solamente durante algunas horas despues de lluvias torrenciales, particulares á los terrenos de escasa y raquítica vegetacion como estos, causando la pérdida repentina de esas aguas, sin dar tiempo á utilizarlas para el cultivo de esos campos tan áridos y tristes en su aspecto.

En la parte occidental del terreno se levantan altas barrancas de areniscas, que parecen murallas coloradas, de cuyos piés brotan algunos manantiales de agua poco abundante que apenas permiten existir á un número ínfimo de ganados en unos puestos escasos y pobres.

Más al Oeste, corren el arroyo Negro, que pertenece al sistema del rio Tunuyan, y el rio Blanco, que recibe como afluentes algunos otros arroyos, regando con sus aguas un área regular de campos en los que hay varias estancias.

En el ángulo formado por los rios Blanco y de Mendoza, se levanta el Cerro Bayo (1810 metros) juntándose al sud y oeste con el alto y magestuoso cerro del Plata, cubierto de nieve eterna y visible á 20 leguas de distancia.

Hácia el Este empieza una pampa árida y uniforme, inter-

[1] Para evitar confusiones, emplearé siempre la letra W como abreviatura de *oeste*, por ser la adoptada por resolucion del Congreso Internacional de Meteorologistas celebrado en Viena en 1873.

rumpida una sola vez por las lomas de Lulunta, y que se prolonga hasta la Provincia de San Luis.

Tal es el terreno tan salvaje y poco hospitalario, que esconde en su seno desde siglos atrás riquezas desconocidas y muy importantes para la industria del país.

El cerro de Cacheuta y las altas serranías del norte de aquel: la Crucesita, la Loma Larga, etc., se componen de rocas silúricas interrumpidas por antiguas rocas eruptivas como diorita, granito y meláfiro. Al sud y oeste siguen capas parcialmente petrolíferas del sistema triásico superior, sobre estas reposa una formacion de mucha extension y espesor de areniscas coloradas cubiertas por formaciones terciarias y cuaternarias.

En el capítulo siguiente trataré detalladamente de estas formaciones, empezando por la más antigua.

II. — FORMACIONES GEOLÓGICAS

Sistema silúrico. — Las rocas más antiguas que pude hallar entre las que constituyen el cerro de Cacheuta, consisten principalmente en pizarras grises, un poco verdosas, duras, lisas y bien estratificadas, cuya estructura es casi siempre la de esquistos cristalinos. Otra roca que se encuentra intercalada con estas pizarras, es una especie de arenisca fina silícea, de un gris verdoso ú oscuro, muy dura, estratificada, conocida en la petrografía bajo el nombre de grauwacke. Una variedad de esta grauwacke está formada por conglomerados muy duros y compactos compuestos de la misma sustancia, conteniendo fragmentos y rodados de varias rocas cristalinas, sumamente transformadas y por tanto indeterminables. La grauwacke y su conglomerado predominan en la parte meridional del Cacheuta y tienen su mayor desarrollo

en la « Quebrada de los Duraznos » (norte de la mina de petróleo), en cuya parte más alta — entre el manantial y la mina de plata — aparece formando magníficos saltos y altas barrancas verticales. A tres kilómetros al norte del « Portezuelo » (1593 metros entre los dos rios secos ; véase el mapa) aparecen elevados peñascos formados por las mismas rocas. En las demás partes del Cacheuta, marcadas en el mapa como rocas silúricas, predominan las pizarras.

Desgraciadamente no he tenido la suerte de encontrar en toda esta formacion fósiles que permitiesen determinar su relativa edad, no obstante haberlos buscado cuidadosamente en todos los parajes accesibles. Sin embargo, me es posible designar la formacion como indudablemente silúrica, apoyándome en las analogías que ofrece con otros terrenos mejor conocidos y estudiados hasta ahora que este.

Tan solo el aspecto y la composicion petrográfica de estas rocas, hacen suponer á cualquier geólogo práctico, que pertenecen á las formaciones sedimentarias más antiguas del globo.

Así lo ha hecho el célebre Dr. Burmeister, cuando sin haber obtenido la menor prueba paleontológica, determinó como silúrica [1] la formacion que constituye la mayor parte de la sierra de Uspallata (provincia de Mendoza) constituida de grauwacke. Pero tenemos otras pruebas más importantes.

Los primeros que han evidenciado la existencia de las formaciones paleozoicas en la América meridional, por hallazgos paleontológicos, fueron Darwin (Islas Malvinas), D'Orbigny (Bolivia) y Forbes (Bolivia y Perú) [2]. Por consiguiente se

[1] Burmeister, en sus publicaciones alemanas *Zeitschr. f. allg. Erdkunde* N. F. IV. 1858, y *Reise durch die La Plata Staaten* II Bde. Halle 1861 : y despues en su *Descripcion física de la República Argentina*, tomo II.

[2] Por más datos y bibliografía véase : *Explication d'une seconde édition de la Carte géologique de la terre par Jules Marcou*. Zurich, 1875.

debía suponer que las mismas formaciones existirían en varias partes situadas entre aquellas y sobre todo en las serranías que acompañan la falda oriental de la Cordillera y que forman prolongaciones meridionales de las cadenas bolivianas. Y efectivamente, han sido tan felices en sus investigaciones los señores Dr. LORENTZ, Dr. HIERONYMUS y Dr. STELZNER, que han encontrado numerosos fósiles silúricos en las serranías de Jujuy, Salta, La Rioja y San Juan. Esos fósiles han sido estudiados despues por el doctor E. KAYSER, catedrático en Marburg (Alemania) [1] y dieron la comprobacion de que todos pertenecen al silúrico inferior. Otras observaciones importantes sobre la misma formacion en Jujuy, tenemos del Dr. L. BRACKEBUSCH [2]. Entre las regiones indicadas, las que quedan más al sud donde se ha encontrado fósiles silúricos, son sitios de las inmediaciones de la ciudad de San Juan (quebradas de «Juan Pobre» y de «La Laja») donde los encontró el Dr. STELZNER, quien había podido seguir el desarrollo de esta formacion, aunque sin fósiles, todavía mucho más al sud hasta Mendoza. En la quebrada de San Isidro (W. de Mendoza) encontró tambien las mismas capas, con la diferencia de que hácia el sur disminuyen mucho las calizas, dolomitas y mármoles sanjuaninos y empiezan á predominar las pizarras y grauwackes. Aparte de estas observaciones tuve yo tambien ocasion de estudiar el silúrico sanjuanino (sin fósiles) cerca del Retamito (estacion del ferro-carril entre Mendoza y San Juan) y en San Isidro, así como de seguir su desarrollo en varios puntos entre Mendoza y Cacheuta. Tal estudio me ha convencido de que realmente desa-

[1] Véase *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik. I. Geologischer Theil von* Dr. A. STELZNER. Cassel, 1885. *II. Palaeontologischer Theil von* Dr. E. KAYSER (fósiles silúricos), Dr. H. B. GEINITZ (fósiles rhéticos), Dr. C. GOTTSCHE (fósiles jurásicos). Cassel, 1870–78.

[2] *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba,* tomo V, 1883.

parecen más y más las calizas arriba mencionadas, no existiendo ya en el territorio de Cacheuta; y que las pizarras y grauwackes de este último no muestran diferencia alguna con las exactamente determinadas por Stelzner, y además quedan en directa comunicacion territorial con aquellas: de manera que no puede existir duda alguna sobre la edad silúrica de las capas en cuestion.

El siluro de Cacheuta está atravesado por varias vetas cuarzosas y metalíferas, acerca de las cuales hablaré más adelante.

Rocas eruptivas. — Varios filones grandes de antiguas rocas eruptivas atraviesan y cubren en muchas partes el siluro de Cacheuta. No teniendo aquí todo lo necesario para investigaciones petrográficas, debo limitarme á una descripcion y clasificacion grosera y superficial de ellas, reservándome para emprender más tarde un estudio especial [1].

Son tres clases diversas de rocas eruptivas las que componen el cerro de Cacheuta.

La más antigua es una *roca diorítica* en la que se distinguen fácilmente los minerales componentes bien cristalizados, como ser anfibol y feldespato triclínico. Esta diorita forma altos barrancos en ambas orillas de la boca del rio, alcanzando su mayor elevacion en el pico de 2095 metros, á cuyo lado norte ha formado un precipicio vertiginoso, y atraviesa en seguida las pizarras silúricas por dos vetas dirijidas de este á oeste.

Más importancia por su desarrollo tiene el *granito rojo* que compone la parte central y más alta de Cacheuta, exten-

[1] Con tal objeto he llevado una coleccion de rocas sud-americanas á Europa, donde las sometió á un exámen científico mi estimado profesor y distinguido mineralogista, el Dr. F. Kreutz, catedrático de la Universidad de Cracovia (Austria). Espero dentro de poco tiempo noticias de tales investigaciones, las que me servirán de base para estudios futuros.

diéndose aún más en los cerros situados al norte del rio de Mendoza. Este granito muestra en sus partes más profundas (cortadas por el rio) una estructura típica, siendo de grano grueso todo cristalizado. En las partes más elevadas y en las vetas que se destacan del filon central, adquiere esta roca una estructura cada vez más microcristalina, cambiándose por completo en sus extremidades en *pórfido cuarcífero*. Estas divergencias en la estructura, conocidas ya en otras partes, se explican fácilmente recordando que despues de la erupcion se enfriaban mucho más rápidamente las partes superficiales que las anteriores; así podían cristalizarse mejor los minerales componentes del interior, que los de la superficie.

En varias partes de este filon se encuentran incrustados pedazos de pizarra oscura metamorfoseada.

Las pizarras silúricas por las que pasa la veta granítica (ó más bien porfídica) al sud-este del «Mogote Colorado», muestran en las inmediaciones del filon señales infalibles de quemazon, lo que junto con los pedazos de pizarra incrustados en el granito, demuestran suficientemente la naturaleza eruptiva de este último. He llegado á encontrar tambien una pequeña veta delgada de granito atravesando la diorita cerca del pico de 2095 metros. Esta observacion prueba que la erupcion granítica siguió á la diorítica en estos parajes.

El costado sud y sudoeste del Cacheuta se compone de una roca eruptiva oscura, micro-cristalina, mayormente descompuesta, en la que se distinguen cristalizaciones de feldespato triclínico y frecuentemente cavidades redondas ú óvalas de varios tamaños, vacías ó llenadas por productos de descomposicion, como ser: cuarzo, calcita, delessita, varias zeolitas, etc. Raras veces se encuentran almendras de ágata ó calcedonia. Es sabido que tal estructura es generalmente característica de los *meláfiros*.

El Dr. A. Stelzner, que había visitado estos parajes en 1873, dice en su obra antes citada (pág. 79): «La falda me-

ridional del cerro de Cacheuta... está formada de rocas porfiríticas y amigdalóideas. » En otra parte de la misma obra, (pág. 167) se inclina más el autor á llamar « andesita » la roca en cuestion. En la página 220, STELZNER la llama otra vez una «descompuesta roca porfirítica» añadiendo que se parece mucho á algunas andesitas de la cordillera. En el mapa geológico adjunto á la misma obra, encontramos el cerro de Cacheuta compuesto de andesita y tobas andesíticas [1].

En seguida trataré de demostrar que el Dr. STELZNER se había equivocado al juzgar la relacion de esta roca con la formacion petrolífera, sobre la cual hablaré detalladamente en el subsiguiente capítulo, y donde el mismo STELZNER había encontrado fósiles de edad rhética segun él. Las capas de la base de esta formacion, bien estratificadas, consisten en tobas y margas que descansan sobre la roca eruptiva en discusion. Si la roca eruptiva fuese más reciente que las capas vecinas, sería necesario encontrar en estas últimas señales de contacto (quemazon, metamorfismo, cristalizaciones, etc.) con la materia eruptiva. Despues de investigaciones muy escrupulosas y extensas, no me ha sido posible hallar ni la menor de estas señales ; al contrario, me he convencido de que todas estas tobas son depósitos marinos formados encima de la roca ya enfriada y descompuesta en gran parte. Además he encontrado inclusos en las mismas tobas, guijarros muy grandes (más de 1^m de diámetro) de la misma roca eruptiva, rodados por las aguas ; la mayor evidencia á este respecto presenta uno de estos guijarros, que se halla al costado sud de la Loma Blanca (1401^m), á 100 metros de distancia al poniente de la casa de administracion de la mina de petróleo (compárese la seccion fig. 1).

[1] Se esplica fácilmente por qué STELZNER no pudo encontrar en este cerro, granitos, dioritas, etc., habiendo visitado ligeramente solo el costado sud.

Estas observaciones demuestran que la roca en cuestion es más antigua que la formacion rhética, respectivamente triásica superior (petrolífera) y por consiguiente no puede ser andesita.

En cuanto á la otra cuestion, si conviene más llamarla meláfiro ó porfirita, me parece que tiene más propiedades del primero y como tal lo he anotado en el mapa.

El meláfiro compone toda la falda sud y sudoeste del Cacheuta, se encuentra en una parte destacada al oeste del Mogote Colorado, en otra al oeste del Cerro Bayo y sale en un filon menos importante entre el Portezuelo Hondo y el pico de 2095 metros.

Conociendo así la composicion geológica de la parte central y más elevada del terreno en cuestion, podemos ocuparnos de las *vetas metalíferas* que la atraviesan.

Relativamente diseminadas se encuentran en las pizarras y dioritas vetas de cuarzo con galena argentífera acompañada de calcita, siderita y otros minerales semejantes. La más importante de estas vetas es la que se halla en una fisura vertical pasando por el filon de diorita y entrando en la pizarra vecina, al sud del pico de 2095 metros (señalado como « mina de plata » en el mapa). Se han ejecutado varios cateos y socavones para explotar este mineral, pero con poco éxito.

En el meláfiro, que forma la falda meridional del cerro, se encuentra otra fisura casi vertical, con un rumbo del sud al norte, en la que se han depositado, en fragmentos y vetitas delgadas, varios minerales de silenio. Mi ilustre compatriota D. Ignacio Domeyko, antiguo rector de la Universidad de Santiago de Chile, ha sido el primero que ha analizado este mineral [1].

Lo encontró compuesto de plomo, plata, hierro, cobalto y silenio, dándole el nombre de « cacheutita ». El contenido de plata alcanza de 20 á 21 por ciento.

[1] *Mineralogía*, 3ª edicion, páginas 333 y 402. — Santiago, 1879.

Segun otras investigaciones practicadas posteriormente por Pisani, Arzruni, Des Cloizeaux, Damour y Bertrand[1], parece más conveniente considerar este mineral como mezcla mecánica de varios seleniuros, entre los cuales se podrían distinguir: zorgita, claustalita, calcomenita, molibdomenita, cobaltomenita; composiciones químicas todas poco conocidas aún.

Los últimos cateos hechos allí en 1873 demostraron que estos minerales no ofrecen importancia alguna para la industria minera, no obstante que presentan gran interés científico.

Sistema triásico superior (Formacion petrolífera). — Sabemos ya que las capas que reposan inmediatamente sobre el meláfiro del Cacheuta, consisten en tobas y margas. Estas tobas, generalmente grises, en raras partes verdosas ó coloradas, son el producto de la descomposicion de rocas vecinas más antiguas, principalmente del meláfiro, descomposicion producida por el agua del mar que en aquellas épocas remotas tocaba al antiguo peñasco del Cacheuta. Inclusos en estas tobas se encuentran, en cantidad considerable, guijarros grandes y chicos de esas rocas vecinas, como tambien de otras arrastradas desde léjos, hasta de las cadenas andinas. Entre estos guijarros predominan en la parte oriental pedazos de meláfiro y de grauwacke; en la occidental de granito y pórfido. Estas tobas muestran un desarrollo variable, aumentando su extension en la parte occidental del Cacheuta.

La estratificacion de estas tobas se hace más y más perfecta hácia arriba, convirtiéndose en un sistema de margas claras intercaladas por capas de arenisca y conglomerados.

[1] Por más detalles y bibliografía véase: Stelzner, *Beiträge zur Geologie der Argentinischen Republik.* Cassel, 1885, páginas 219 á 221.

Las areniscas de un color gris claro son poco unidas, calcáreas, cuyo grano mayormente cuarzoso varía de tamaño desde la arena fina hasta pedacitos rodados de un centímetro de diámetro. El espesor de estas capas varía desde pocos centímetros hasta 5 y 6 metros.

En la parte oriental del terreno, encima de este sistema de margas y areniscas, descansa un grueso depósito de esquistos bituminosos oscuros, casi negros, que en otras partes del terreno se repiten varias veces tambien entre las capas inferiores, demostrando así que tienen la misma edad geológica y representan solamente una variedad local de la misma formacion.

El Dr. Stelzner había estudiado esta formacion al sud de Cacheuta, en Challao (W. de Mendoza) y en algunos puntos de las provincias de San Juan y La Rioja. En las margas y esquistos respectivos había encontrado fósiles, principalmente plantas carbonizadas, las que llevadas á Europa fueron examinadas por el especialista Dr. H. B. Geinitz [1], director del Museo de Dresden. El resultado de esta investigacion científica fué, que esta formacion debe incorporarse al sistema rhético, que algunos geólogos modernos, principalmente alpinos, distinguen entre el triásico y jurásico.

En mi último viaje á Europa, efectuado en 1887, he llevado allí mis colecciones paleontológicas recogidas en Sud-América, para que las examinara mi estimado cólega y amigo el Dr. L. Szajnocha, catedrático en la Universidad de Cracovia (Austria). Los resultados de este exámen científico fueron publicados en los Anales de la Academia Imperial de Ciencias de Viena [2].

[1] Véase la obra ya citada.

[2] Dr. Ladislaus Szajnocha. *Ueber fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der Argentinischen Republik.* Sitzungsberichte K. Akad. d. Wiss. Mat. Nat. Cl. Bd. XCVII. Abt. 1, Wien 1888, páginas 219 á 245.

Hé aquí la lista de fósiles determinados y descritos por el Dr. SZAJNOCHA en mi coleccion de Cacheuta:

Crustáceo

Estheria Mangaliensis. — JONES (muy abundante).

Plantas

Schizoneura hoerensis? — HISINGER.
Sphenopteris elongata. — CARRUTHERS.
Pecopteris Schönleiniana. — BRONGNARD.
Neuropteris remota? — PRESL.
Thinnfeldia odontopteroides. — MORRIS.
Thinnfeldia lancifolia. — MORRIS.
Taeniopteris Mareyesiaca. — GEINITZ.
Cardiopteris Zuberi. — SZAJNOCHA.
Podozamites aff. ensis. — NATHORST.
Podozamites Schenkii. — HEER.
Zeugophyllites elongatus. — MORRIS.

A más de estas se encontraron todavía en mi coleccion algunos fragmentos indeterminables que parecen pertenecer á las especies Pterophyllum y Ctenophyllum.

Comparando esta flora con otras ya estudiadas encontró el Dr. SZAJNOCHA, que es casi idéntica con las de las capas carboníferas del *Jerusalem-Bassin* en Tasmania y la de Tivoli y Jpswich en Queensland (Australia), las que comparadas con las floras fósiles de Europa demuestran evidentemente un carácter triásico superior, y con tal motivo he adoptado esta denominacion para la formacion petrolífera de Cacheuta.

En la parte oriental del terreno estudiado se conocen desde mucho tiempo manantiales importantes de petróleo que salen de las capas de dicha formacion. Este líquido mi-

neral brotando desde siglos innumerables, ha perdido la mayor parte de sus componentes volátiles; así es, que se han formado capas grandes y gruesas de alquitran sólido (asfalto). Buscando la proveniencia de estos manantiales, se la encuentra en las areniscas intercaladas por margas. Como se ve en la seccion figura 1, se inclinan las capas petrolíferas con mucha regularidad y estabilidad hácia el sud.

Segun las numerosas obras de geólogos especialistas, que han estudiado las formaciones petrolíferas en Norte-América, Galicia (Austria), Rumania y en el Cáucaso, se halla el petróleo en capas de diferente edad geológica, y la condicion principal de la riqueza de una formacion es quealternen capas de arena ó arenisca petrolíferas con arcillas ó margas impermeables. En este caso se presentan las capas de arenisca como depósitos de petróleo bien tapados.

Estas circunstancias se encuentran perfectamente en el terreno petrolífero del Cacheuta y me han inducido á dar una opinion muy favorable sobre el valor industrial del terreno. Bajo esta opinion y mis instrucciones se han ejecutado en el año 1887 cuatro perforaciones, de las que la primera (profundidad 200 metros) dió un éxito regular, y las dos últimas (77 y 103 metros) un resultado espléndido, asegurando el éxito de la empresa explotadora y poniendo la industria petrolífera entre las más importantes del país. En el año 1888 se ejecutó otra perforacion (pozo N° V), que resultó surgente y más abundante, que las anteriores. Aquí ocurrió el feliz acontecimiento de haberse encontrado la capa petrolífera exactamente en la profundidad (156 metros), que había calculado y anunciado medio año antes. El petróleo crudo se conducirá por medio de una cañería (35 kilómetros) desde la mina hasta una estacion del Ferro-carril, San Vicente, donde se establecerá una refinería en gran escala.

Junto con el petróleo se hallan en las mismas capas nu-

merosas vertientes de agua sulfurosa y poco salada, hecho conocido en todos los terrenos petrolíferos. El gas sulfhídrico de estas aguas es seguramente debido á que ellas están en contacto con el yeso abundante en las capas bituminosas del sistema triásico superior. Las sustancias orgánicas desoxidan al yeso cambiándole en sulfuro de calcio, que encontrándose en contacto con el agua y el ácido carbónico del aire, desprende ácido sulfhídrico y se cambia en carbonato de calcio.

Las arcillas y esquistos bituminosos de esta formacion contienen, en algunas partes, delgadas capas y fragmentos de lignita de muy poco valor. Las arcillas negras impregnadas de petróleo fueron aquí consideradas muchas veces como carbon de piedra é indujeron á varios mineros á catear en los terrenos en cuestion. Frecuentemente se me presentan muestras de «carbon de piedra» de Mendoza ó San Juan, pero todas las que he visto y ensayado hasta ahora, eran de arcilla bituminosa que, echada al fuego, produce algunos minutos llamas largas, quedando despues 70 ú 80 por ciento de piedra incombustible.

Unas capas de lignita verdadera, alternadas con arcillas y esquistos, se encuentran cerca del Cerro Bayo, en el lugar señalado en el mapa como «mina de carbon», donde se han ejecutado algunas excavaciones, mostrando éstas, que las capas en cuestion, inclinadas casi verticalmente, mejoran algo su calidad y espesor con la profundidad. Sin embargo, no puedo atribuir mayor importancia á estos yacimientos.

Las capas triásicas muestran en las inmediaciones del Cerro Bayo grandes dislocaciones en su estructura y cambios repentinos en su rumbo é inclinacion; pero en general predomina una inclinacion hácia el sudeste, formando cuenca entre el Cerro Bayo y el Cacheuta. (Véase la seccion fig. 3).

En la parte inferior de esta formacion, al norte del Cerro

Bayo, se encuentran intercalados depósitos de un conglomerado rojo muy grosero, conteniendo abundantes rodados de pórfido. He visto aún otro conglomerado con las mismas propiedades cerca del Challao (W. de Mendoza), en la parte superior de la misma formacion, y en peñascos y guijarros grandes entre Challao y San Isidro.

Stelzner [1] ha llamado *breccia andesítica* á esta roca. Como es evidente, segun mis observaciones, que este conglomerado ó breccia está formando parte ó es variedad local de las capas triásicas superiores, no puede atribuirsele el calificativo andesítico, sinó más bien porfídico, pues es sabido, que las traquitas, andesitas y sus respectivas tobas, breccias y conglomerados, existen solamente en formaciones mucho más modernas.

Areniscas coloradas. — Estas constituyen una de las formaciones más diseminadas y más enigmáticas de Sud-América. Todos los exploradores que las han visto, se apresuraban sin resultado á buscar hechos positivos é infalibles para una determinacion exacta de su edad geológica. Háse llegado á atribuirles casi todas las edades, desde la devónica hasta la terciaria. Lo que me parece cierto, como había observado Stelzner tambien, es que no todas las areniscas coloradas tienen la misma edad; unas son más antiguas, otras más recientes; pero sin tener datos estratigráficos ó paleontológicos, es imposible distinguirlas, tanto se parecen entre ellas.

En los alrededores del cerro de Cacheuta, encontramos primeramente, encima de la formacion triásica superior fosilífera, un sistema de margas, arcillas y arenas abigarradas, en su mayor parte rojas, alternando con capas de areniscas y conteniendo depósitos considerables de yeso blanco (r^1 en las secciones fig. 1 y 2).

[1] Obra citada, página 167.

Hácia arriba predominan cada vez más, capas más gruesas de arenisca colorada alternando con raras capitas de arcilla y formando peñascos, quebradas y barrancos gigantescos y muy pintorescos en la parte occidental del terreno. A pesar de haber buscado con el mayor celo, no pude encontrar en toda esta formacion el menor vestigio orgánico determinable.

La concordancia de esta formacion con la triásica superior hace suponer que pertenece al sistema inmediatamente más moderno, ó sea al jurásico. Para mi se aumentan las probabilidades de esta suposicion, por observaciones hechas en la Cordillera cerca del Puente del Inca, donde he visto areniscas espesas del mismo aspecto alternando con calizas fosilíferas notoriamente jurásicas.

El catedrático de la Universidad de Córdoba, Dr. L. Brackebusch, tuvo la bondad de acompañarme en el mes de Octubre de 1886 en una excursion á través del Cacheuta y viendo las areniscas en cuestion me aseguró que muestran exactamente el mismo aspecto las areniscas coloradas estudiadas por él en Jujuy y Salta, donde le fué posible á este distinguido naturalista encontrar encima depósitos fosilíferos [1] pertenecientes al cretáceo inferior. En el invierno del año 1888 he tenido ocasion de hacer en la provincia de Jujuy las mismas observaciones.

Puesto que parecen idénticas las respectivas areniscas de Jujuy y de Mendoza (lo que es muy probable), quedarían ellas en concordancia entre los sistemas triásico y cretáceo. Así es casi cierto que si no todas, la mayor parte de estas areniscas enigmáticas pertenecen al sistema jurásico.

Siendo muy porosas y permeables estas areniscas, reciben y esconden en su seno una gran cantidad de agua proveniente de las faldas de las serranías vecinas. Es bueno co-

[1] *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba*, tomo V, 1883, pág. 169.

nocer esta propiedad por si se quisiera regar y utilizar estos campos áridos por medio de perforaciones artificiales. Creo que en todo el bajo que se extiende al sud del Cacheuta se podrían encontrar, gracias á ella, cantidades considerables de agua potable y útil para los campos.

Formaciones terciarias (?). —Encima de las formaciones ya descritas, reposan en discordancia depósitos considerables de conglomerados, rodados, arenas y areniscas, formando lomadas uniformes en la parte meridional del terreno en cuestion.

La discordancia entre estos depósitos y las areniscas coloradas estudiadas en el capítulo anterior, es evidente en las inmediaciones del puesto llamado *Agua del Corral.*

La estratificacion de estos depósitos es visible solamente en raras partes, siendo muy variable el rumbo y la inclinacion de las capas. La última se cambia entre casi horizontal, ondulada y vertical.

Para la determinacion de la edad de estos depósitos faltan hasta hoy casi todos los datos necesarios. El aspecto general es el de depósitos marinos, formados en poca profundidad, cerca de las costas y bastante modernos.

En tanto que no se encuentren fósiles determinables en estas formaciones, es inútil ensayar una comparacion más detallada de ellas. Por eso me contentaré con designarlas, con alguna reserva, como «formaciones terciarias».

Formaciones cuaternarias.—A estas pertenecen los depósitos formados últimamente por los rios y lagos, desde que desapareció del todo la mar terciaria, y los que están formándose todavía.

Segun su procedencia, se pueden distinguir estos depósitos en *fluviátiles* y *subaéreos.*

El rio de Mendoza, que tiene una corriente muy fuerte y está sujeto á crecientes espantosas, principalmente en el ve-

rano, lleva una cantidad considerable de tierra y rodados de la cordillera, depositándolos más abajo. Despues de cada creciente se cambia la situacion del lecho, llenándose con depósitos las honduras anteriores y escavándose otras partes. Así se explican las altas terrazas distribuidas de varía manera en ambas orillas del rio. Las terrazas más antiguas se encuentran á la mayor distancia y mayor altura sobre el lecho actual. Para dar una idea de las dimensiones de estos depósitos será suficiente decir, que las últimas (más modernas) terrazas de este rio al Este de la *Boca del Rio* alcanzan á la altura de 50 á 60 metros, y que aún en Lujan, á 15 kilómetros de aquella, se hallan rodados de 50 centímetros de diámetro.

Los « rios secos » al sud del Cacheuta conducen agua solamente pocos dias al año ; pero en tal caso crecen tan rápidamente y se precipitan con tanta velocidad, que han formado y están formando depósitos fluviátiles, casi tan considerables como el rio de Mendoza.

La vegetacion, muy escasa en estos parajes, no alcanza para regular las cantidades de agua que bajan por los rios y no puede poner ningun obstáculo á la destruccion rápida de las rocas. Así se explica la enormidad de depósitos fluviátiles trasportados por los rios que bajan de la Cordillera, circunstancia que no existe en tal grado casi en ningun otro sistema fluvial del mundo.

Toda la planicie que se extiende al naciente del Cacheuta está cubierta de una gruesa capa de «tierra pampeana», arcillosa ó poco arenosa, muy fina y blanda.

Todas las propiedades y el aspecto general de esta tierra son completamente iguales á las del « loess » conocido y estudiado en las grandes llanuras del Asia (China) y del nordeste de Europa, y cuya formacion debida á corrientes del aire, ha sido establecida por el célebre viajero F. von Richthofen.

Stelzner ha sometido el orígen de esta formacion pam-

peana [1] á una discusion exactísima, cuyo resultado es el siguiente: Las influencias atmosféricas, los arroyos y rios descomponen, trasportan y separan el material suministrado por las serranías, principalmente las cordilleras. Las partes más finas y más livianas de este material, son recogidas despues por los vientos y trasportadas y distribuidas hasta distancias y en áreas inmensas. Quien ha tenido ocasion de ver una sola vez una de esas terribles «polvaredas», que salen de la Cordillera y, con un rumbo al sudeste, recorren todas las pampas hasta el Atlántico, depositando algunos centímetros de tierra en pocas horas en todo el espacio recorrido, no tendrá la menor duda sobre el orígen de esta vasta *formacion pampeana.*

Otra formacion subaérea en los contornos del Cacheuta, es la de los « Médanos » ó lomas bajas compuestas de arena fina y movible, que se encuentran entre el Cacheuta y el rio Blanco. Los principales vientos que contribuyen á la formacion de estos médanos son los que salen del Paramillo de Uspallata y de la sierra del Paramillo, que cargados de tierra y arena corren en golpes repentinos hácia el sud.

Entre las formaciones cuaternarias merecen tambien ser mencionados algunos depósitos limitados de tierra blanca que se hallan cerca del « Portezuelo », que los indígenas llaman « tofa » y que es kaolín ó tierra de porcelana muy pura; son un producto de descomposicion del feldespato de las rocas cristalinas.

Para concluir esta revista de formaciones mencionaré aún los manantiales de agua sulfurosa caliente (+ 30° á + 45° centígrados) explotados con muy buen éxito en los « Baños de la Boca del Rio ». Desgraciadamente le falta hasta ahora á este establecimiento todo el arreglo necesario para que sea aprovechado, resultando que se pierde la mayor parte de

[1] Obra citada, páginas 259 á 278.

agua mineral en el rio y que es casi inaccesible en todo el verano por las crecientes del rio de Mendoza.

Aislando los manantiales á cierta altura sobre el nivel del rio y arreglando convenientemente el establecimiento entero alcanzarían gran importancia estos eficaces baños, los que además serán una estacion del ferro-carril Trasandino ya casi concluido hasta ese punto.

III. — RESUMEN Y OBSERVACIONES GENERALES

Conocemos ahora detalladamente las formaciones que componen el terreno estudiado, y las secciones (fig. 1, 2 y 3) explican con bastante claridad su estructura y relaciones recíprocas.

Ahora debo recorrer ligeramente la historia geológica de estos parajes, como consecuencia lógica del estudio arriba expuesto.

Unas islas destacadas compuestas de rocas silúricas han emergido en primera línea del vasto océano derramado en estas partes. Enérgica actividad volcánica destrozaba el seno de estas islas, sucediéndose extensas erupciones de diorita, granito y meláfiro. Las últimas, seguramente, han sido submarinas en parte, para que haya podido producirse la estructura amigdalóidea del meláfiro.

Durante la época triásica, una vegetacion feraz cubría las costas de esas islas y multitud de crustáceos animaban sus bahías. Estos organismos, sepultados despues en los depósitos marnosos y arenosos, han servido para formar sustancias bituminosas y carbonizadas, como ser el petróleo y la lignita.

A la época triásica siguió la jurásica, mucho más estéril en esta parte del globo. Formáronse inmensos depósitos de

areniscas coloradas sin restos orgánicos. Hácia el fin de esta época se retiró la mar de esos parajes, volviendo á destruir y dislocar otra vez en la época terciaria las capas ya levantadas. Entónces se han depositado las formaciones conglomeráticas y arenosas de un carácter evidentemente litoral. Estos últimos depósitos marinos sufrieron repetidos levantamientos y dislocaciones, retirándose la mar definitivamente de estos sitios. Las islas primitivas se han trasformado en un continente vasto y árido.

Empezóse la actividad de un áspero clima continental, de rios torrentosos y muy variables, de vientos y temporales espantosos y además de frecuentes terremotos más ó menos fuertes.

El último agente de esta evolucion es el hombre, cuyo fin es domar la naturaleza salvaje, hacer habitables y servibles los desiertos, fertilizando los campos estériles, utilizando artificialmente las riquezas escondidas en el seno avaro de la tierra.

¿Quién sabe cuantos cambios se podrán observar en el aspecto de estos lugares despues de algunos siglos de desplegada la actividad del hombre?

APÉNDICE

Creo que será interesante insertar en este lugar un extracto del Informe sobre la composicion del petróleo de Cacheuta presentado á la «Compañía Mendocina de Petróleo» por el distinguido químico Dr. C. Engler, catedrático en Karlsruhe (Alemania), que dice así:

«El petróleo de Cacheuta es de color castaño oscuro con escasa fluorescencia verdosa y olor peculiar, relativamente no desagradable. Elevada su temperatura á 45° centígrados

se inflama y sigue ardiendo recien á 90°. Empieza á hervir á 50°. A 17° tiene un peso específico de 0.9032. En éter de petróleo se disuelve sin resíduo.

« Es relativamente espeso, su grado de viscosidad, determinado vaciando el contenido de un recipiente por un tubo de 20 milímetros de largo, 3 milímetros de diámetro, es á 35° = 10,6 siendo el del agua = 1.

Para determinar la proporcion de aceites livianos y pesados se sometió á una destilacion, primero en pequeña, despues, para control, en mayor escala.

« En la destilacion en pequeño resultó de 100 centígramos del petróleo lo siguiente :

				ccm.	gram.	
		hasta	125°......	3,6......	2,27	3,72
Desde	125°	»	150°......	2,8......	1.45	
»	150°	»	175°......	4,0......	2.42	
»	175°	»	200°......	3,8......	2,87	
»	200°	»	225°......	3,3......	2,52	
»	225°	»	250°......	4,4......	3.10	20.48
»	250°	»	275°......	5,0......	3.32	
»	275°	»	300°......	3.6......	2,70	
»	300°	»	310°......	4,6......	3,55	

« Calculando, como es de práctica en los aceites americanos, la parte comprendida entre 150° y 310° como petróleo de iluminacion (kerosene) resulta, teniendo en cuenta que 100 centígramos del petróleo pesan 90,32 gramos en un producido de :

Esencias livianas (bencina, etc.)..........	4,1	%
Kerosene	22,7	»
Resíduos (aceites pesados, parafina, etc.)...	73,2	»

Un análisis de control en la misma forma dió :

Bencina, etc............................	4,1	%
Kerosene	22,0	»
Aceites pesados, parafina, etc............	79,9	»

« El peso específico del kerosene es de 0,809, siendo una insignificancia más pesado que el kerosene de Pennsilvania, pero considerablemente más liviano que el del Cáucaso (Baku).

« El producido de kerosene es mucho menor que el del petróleo de Pennsilvania que da hasta el 75 °/₀, pero alcanza casi al petróleo de Baku con 25 á 28 °/₀...

« Los aceites pesados contienen una cantidad tal de parafina, como no he podido observar en ningun petróleo hasta ahora. [1] »

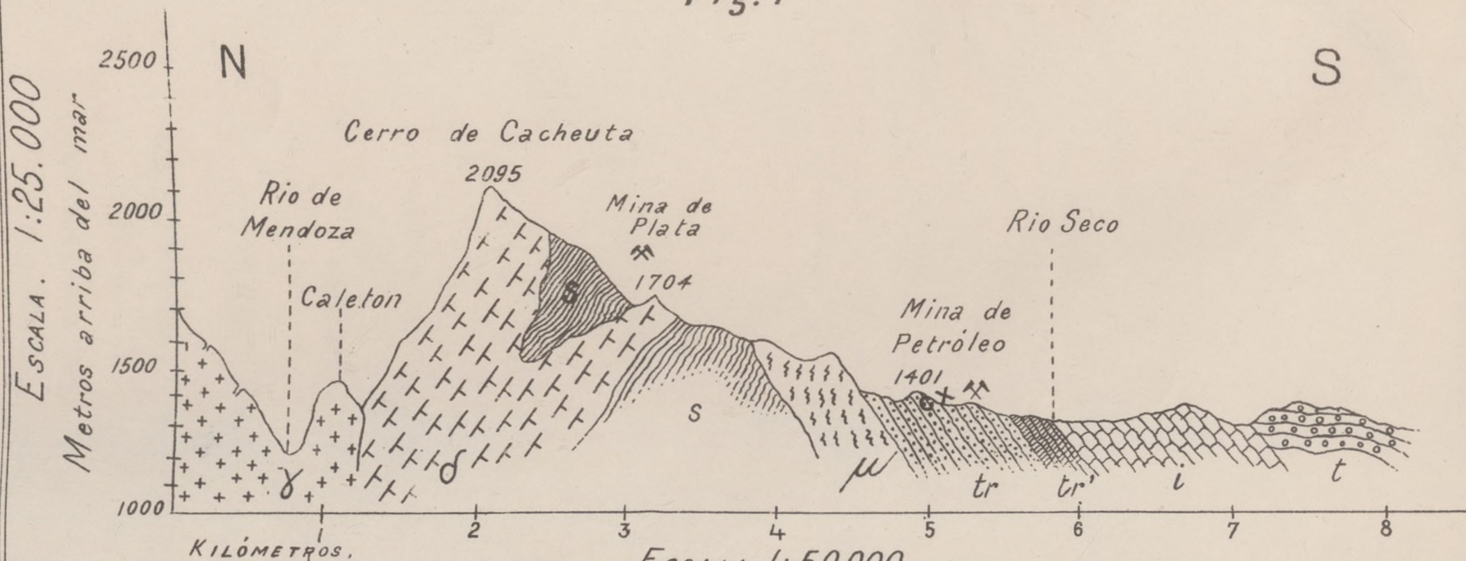
Mendoza, Agosto de 1889.

[1] Segun comunicaciones posteriores del Dr. Engler, alcanza este contenido de parafina hasta más de 20 °/₀ del petróleo crudo.



Cortes Geológicos del Cerro de Cacheuta

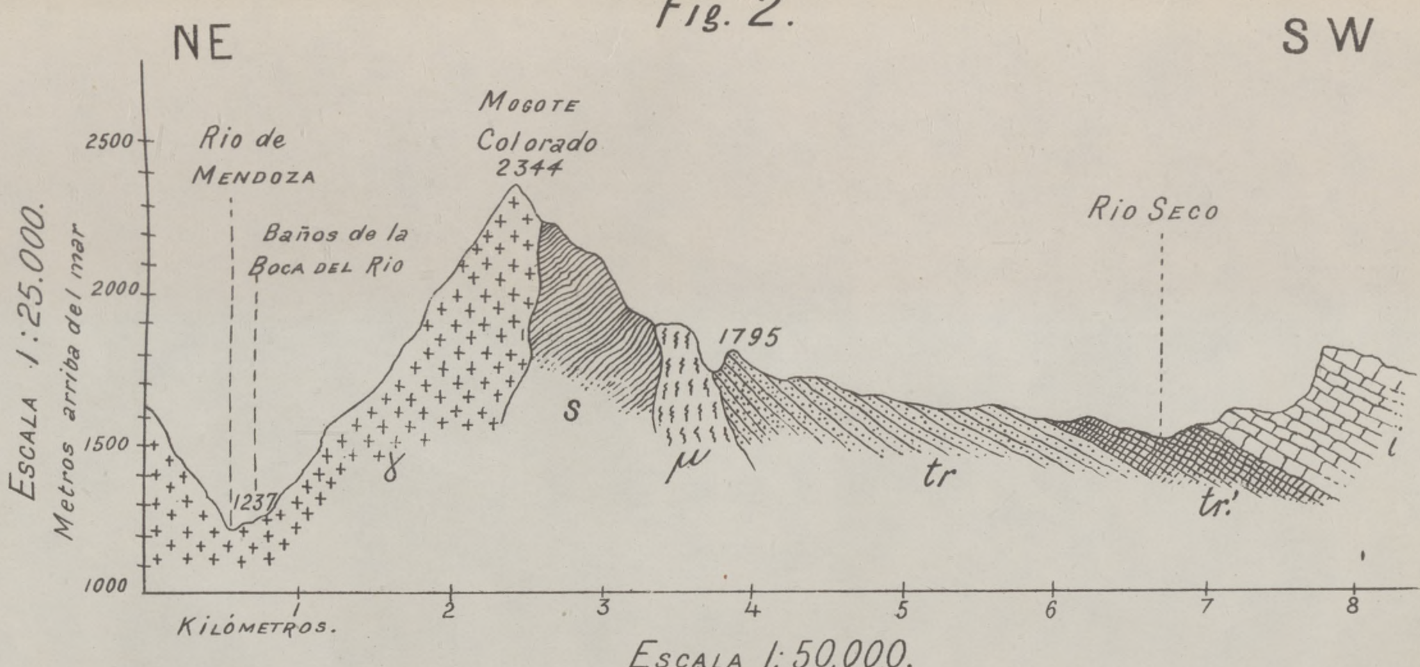
Fig. 1



Escala 1:50,000.

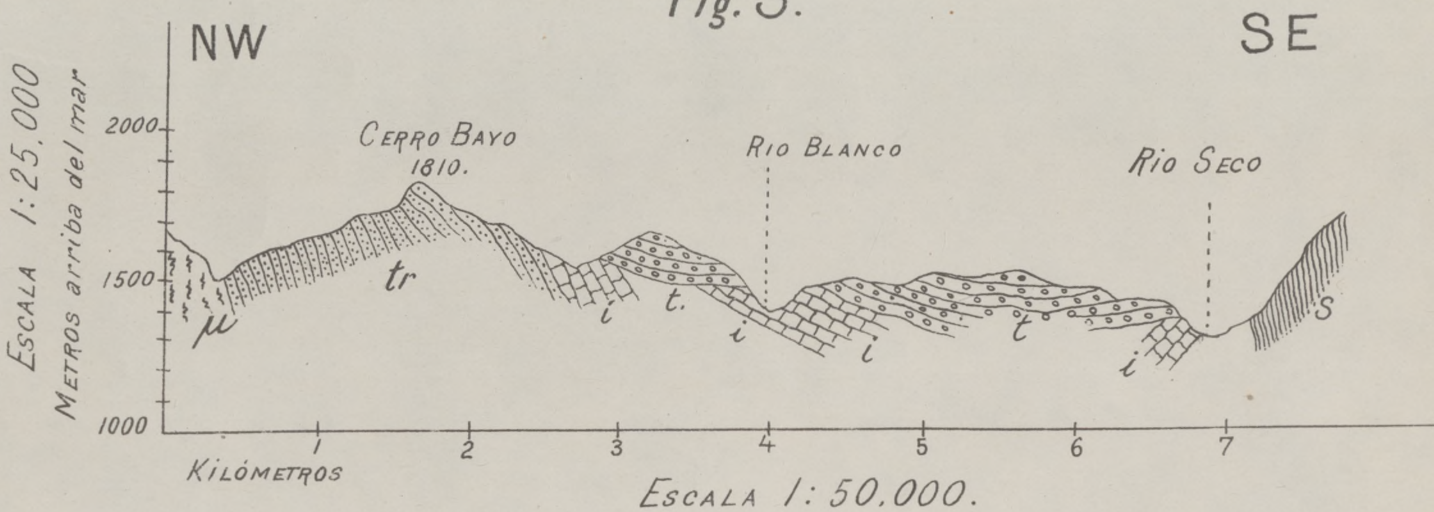
x. Guijarro de meláfiro μ incluso en las margas tr.

Fig. 2.



Escala 1:50,000.

Fig. 3.



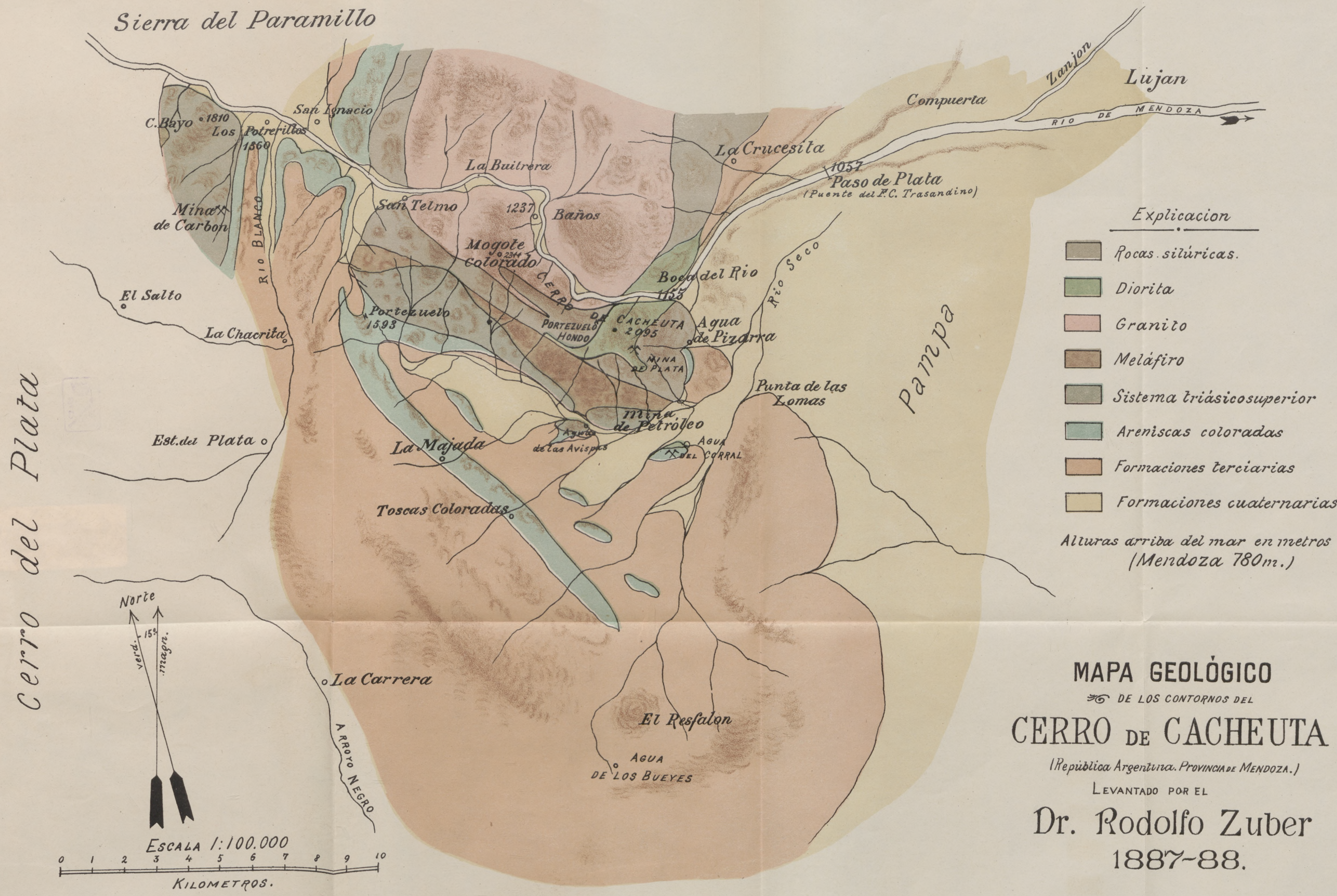
Escala 1:50.000.

Explicacion de las Secciones. Fig 1-3.

γ = granito
δ = diorita
μ = meláfiro
S = grauwacke y pizarras silúricas
tr = sistema triásico superior (formacion petrolífera)
tr' = arenas y arcillas abigarradas con yeso
i = areniscas coloradas (jurásicas?)
t = conglomerados terciarios

Dibuj. por R. Zuber.

Lit. G. Kraft, Cuyo 1124, B^s A^s



Lit. G. Kraft, Cuyo 1124. Bs As

Bol. Acad. Nac. d. Cienc. T. X.